



## DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

<p>(51) Classification internationale des brevets <sup>7</sup> : <b>H01L 31/0236, 31/0232</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) Numéro de publication internationale: <b>WO 00/57487</b> (43) Date de publication internationale: 28 septembre 2000 (28.09.00)</p>
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00602 (22) Date de dépôt international: 10 mars 2000 (10.03.00) (30) Données relatives à la priorité: 99/03615 22 mars 1999 (22.03.99) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): ONERA (OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES) [FR/FR]; 29, avenue de la Division Leclerc, F-92320 Châtillon (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): ROBINEAU, Jacques [FR/FR]; 21, chemin des Vallées, F-91620 La Ville du Bois (FR). DOLFI, Agnès [FR/FR]; 1 bis, rue Maginot, F-91400 Orsay (FR). FLEURY, Didier [FR/FR]; 40, rue Henri Golaudin, F-92140 Clamart (FR). (74) Mandataire: CABINET MARTINET &amp; LAPOUX; 43, boulevard Vauban, Boîte postale 405 Guyancourt, F-78055 Saint Quentin Yvelines Cedex (FR).</p>		<p>(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale.</p>
<p>(54) Title: OPTOELECTRONIC DEVICE PROTECTED AGAINST DETECTION BY A COLLIMATED LIGHT BEAM</p>		
<p>(54) Titre: DISPOSITIF OPTO-ELECTRONIQUE PREMUNI CONTRE LES DETECTIONS PAR UN FAISCEAU LUMINEUX COLLIMATE</p>		
<p>The diagram illustrates an optoelectronic device. On the left, a rectangular detector (10) is shown with a light-sensitive surface (12). To the right of the detector is a semi-circular optical means (14). A dashed horizontal line represents the optical axis. Two solid lines diverge from the surface (12) at an angle (20) relative to the axis, representing the solid angle of diffusion. Two other solid lines converge towards the surface (12) at an angle (22) relative to the axis, representing the solid angle of aperture of the optical means (14). Arrows indicate the direction of light rays.</p>		
<p>(57) Abstract</p> <p>The invention concerns an optoelectronic device comprising at least a detector (10) with a light-sensitive surface (12) and optical means (14) focusing light on said surface; said surface (12) being made rough and diffusing at least part of the light it receives at a solid angle of diffusion (20) which is greater than the solid angle of aperture (22) of the optical means (14). The invention enables to protect the optoelectronic devices against detection by a laser beam.</p>		

(57) Abrégé

Dispositif opto-électronique comprenant au moins un détecteur (10) à surface (12) photosensible et des moyens optiques (14) qui focalisent la lumière sur cette surface, ladite surface (12) étant rendue rugueuse et diffusant au moins une partie de la lumière qu'elle reçoit selon un angle solide de diffusion (20) qui est supérieur à l'angle solide d'ouverture (22) des moyens optiques (14). L'invention permet de protéger les dispositifs opto-électroniques contre les détecteurs par un faisceau laser.

**UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION**

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brsil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Belarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakhstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**Dispositif opto-électronique prémuni contre les  
détecteurs par un faisceau lumineux collimaté**

L'invention concerne un dispositif opto-  
5 électronique prémuni contre les détecteurs par un  
faisceau lumineux collimaté, tel notamment qu'un  
faisceau laser.

Les dispositifs opto-électroniques embarqués  
10 (caméras, détecteurs d'alerte laser, ...) qui  
comprennent des moyens optiques de focalisation de la  
lumière entrante sur des photodétecteurs, ont une  
surface équivalente laser importante et sont  
facilement repérables par des lidars fonctionnant  
15 dans le spectre visible ou dans l'infrarouge en  
raison de l'effet "oeil de chat" : selon cet effet,  
une onde plane incidente focalisée sur un  
photodétecteur est renvoyée exactement dans la  
direction d'incidence par réflexion spéculaire sur le  
20 photodétecteur, le flux lumineux réfléchi étant  
suffisant pour rendre le dispositif aisément  
repérable par une détection active monostatique.

On a donc cherché à augmenter la furtivité de  
ces dispositifs et à assurer leur non-déteçtabilité  
25 sur une bande de fréquences aussi large que possible,  
en minimisant leur surface équivalente laser. Les  
moyens actuellement utilisés dans ce but comprennent  
des masques antisymétriques de pupille, ou des  
réseaux de diffraction formés sur les surfaces  
30 sensibles des détecteurs, ou la défocalisation des  
détecteurs ou leur inclinaison par rapport à la  
direction d'incidence du faisceau de détection.  
Toutefois, ces moyens connus ne donnent pas  
satisfaction et ne résolvent pas dans de bonnes  
35 conditions le problème de la furtivité des

dispositifs opto-électroniques du type précité, pour les raisons indiquées ci-dessous.

Les masques de pupille sont des masques antisymétriques de demi-pupille qui bloquent  
5 systématiquement les rayons sortant de l'optique. Ces masques ne sont totalement efficaces que sur l'axe optique et laissent ressortir jusqu'à 35 % du flux entrant en dehors de l'axe, selon le type de masque et la position dans le champ. De plus, ils bloquent  
10 50 % du flux entrant et dégradent la fonction de transfert de modulation du dispositif à protéger. Par contre, leurs performances ne dépendent sensiblement pas de la longueur d'onde des faisceaux de détection.

Les réseaux de diffraction formés sur les  
15 surfaces photo-sensibles des détecteurs ont pour but de diffracter l'énergie incidente en dehors de l'ouverture de l'optique associée. Toutefois, ces réseaux doivent être optimisés par simulation numérique pour la longueur d'onde centrale du  
20 faisceau de détection et leur réalisation se fait par dépôt de couches minces. Les facteurs de réduction de la surface équivalente laser attendus sont de l'ordre de 10 à 40 pour la longueur d'onde centrale et les largeurs de bande d'efficacité sont limitées par les  
25 performances des réseaux et ne permettent pas de couvrir toute une bande de fréquences de détection.

La défocalisation des détecteurs a pour effet de faire diverger l'onde rétro-diffractée en sortie de l'optique. Elle entraîne toutefois une dégradation  
30 des performances qui est totalement inacceptable pour une caméra, une correction de la dégradation d'image par calcul en temps réel n'étant pas possible.

Quant à l'inclinaison d'un détecteur sur l'axe optique, elle doit être suffisamment importante pour  
35 renvoyer les rayons lumineux en dehors du dernier

élément du système optique. Plus l'ouverture numérique est faible et plus l'inclinaison du détecteur doit être grande, ce qui n'est pas acceptable pour des imageurs.

5

L'invention a notamment pour but d'apporter une solution simple, économique et très efficace au problème de la réduction des surfaces équivalentes laser et de la furtivité des dispositifs opto-  
10 électroniques du type précité.

Elle propose, à cet effet un dispositif opto-électronique prémuni contre les détections par un faisceau lumineux collimaté, en particulier par un  
15 faisceau laser, le dispositif comprenant au moins une surface photosensible et des moyens optiques qui reçoivent et focalisent la lumière sur cette surface selon un angle solide d'ouverture, caractérisé en ce que ladite surface est rugueuse et diffuse au moins  
20 une partie de la lumière qu'elle reçoit, selon un angle solide de diffusion supérieur à l'angle solide d'ouverture, cette diffusion se produisant pour une bande de fréquences de détection couvrant au moins une octave.

25 L'invention tire parti de la diffusion de la lumière par une surface rugueuse et de la différence des angles solides d'ouverture et de diffusion pour réduire la signature équivalente laser des dispositifs opto-électroniques précités de façon très  
30 importante sur une bande de fréquences relativement large. De façon générale, la réduction de la surface équivalente laser selon l'invention est environ dix fois supérieure à celle que l'on obtient avec un réseau de diffraction au centre du champ, elle ne  
35 diminue pas dans le champ et la largeur de bande

d'efficacité est également supérieure, la protection restant efficace sur l'intégralité de chacune des bandes de détection (spectre visible et bandes II et III de l'infrarouge).

5           Avantageusement, ladite surface rugueuse est globalement sensiblement plane, c'est-à-dire non incurvée, et l'angle solide de diffusion est sensiblement égal à  $2\pi$  stéradians. Le rapport de l'énergie lumineuse qui est renvoyée par cette  
10 surface rugueuse dans la direction du faisceau incident de détection et de l'énergie qui serait réfléchie dans cette direction par une surface semblable non rugueuse est sensiblement égal au rapport des angles solides d'ouverture et de  
15 diffusion dans le cas d'une diffusion isotrope.

          Quand l'angle solide de diffusion est égal à  $2\pi$  Sr, ce rapport est très faible et le facteur de réduction de la surface équivalente laser est très important : il est de 170 dans un exemple de  
20 réalisation décrit en détail dans ce qui suit.

          La couche superficielle photosensible d'un détecteur classique a en général une épaisseur faible, du même ordre de grandeur que l'amplitude de la rugosité à former, de sorte qu'il ne serait pas  
25 possible d'attaquer chimiquement ou mécaniquement cette couche superficielle pour la rendre rugueuse sans détruire du même coup les propriétés de photodétection de cette couche superficielle.

          L'invention prévoit donc de déposer, à la  
30 surface d'un détecteur préexistant, une couche mince de matière photosensible, qui est ensuite rendue rugueuse.

          En variante, l'invention propose également de fabriquer des détecteurs avec une couche  
35 superficielle plus épaisse de matière photosensible,

à laquelle on donne ensuite une rugosité appropriée aux longueurs d'onde à diffuser, tout en conservant une épaisseur de matière suffisante pour assurer la détectivité.

5            Cette rugosité de la couche photosensible peut être obtenue par photosensibilisation de la matière, par exemple par exposition à un flux lumineux à travers un masque de speckle (granularité), puis par attaque chimique ou ionique.

10           En variante, cette rugosité peut être obtenue par dépolissage mécanique ou chimique.

          Les caractéristiques de rugosité de la surface du détecteur selon l'invention sont définies par des paramètres statistiques tels que la rugosité  
15           quadratique moyenne et la fonction de corrélation, la rugosité quadratique moyenne étant supérieure ou égale à environ  $1/5$  de la longueur d'onde centrale de la bande de longueurs d'onde à diffuser, la longueur de corrélation étant du même ordre de grandeur (la  
20           longueur de corrélation étant la longueur pour laquelle la fonction de corrélation a une valeur égale à sa valeur en zéro divisée par  $e$ ).

          De façon générale, l'invention permet de réduire efficacement et simplement les risques de détection  
25           des dispositifs opto-électroniques, la réduction de leurs surfaces équivalentes laser étant très importante (de l'ordre de 170 dans l'exemple précité). Cette réduction de surface équivalente laser est large bande, efficace dans tout le champ et  
30           d'autant plus efficace que l'ouverture numérique de l'optique de focalisation est grande. Elle s'applique à tous les dispositifs opto-électroniques vulnérables par effet "oeil de chat", qu'ils soient du type monodétecteur ou qu'ils comprennent une pluralité de  
35           détecteurs à agencement matriciel ou autre.

L'invention permet de conserver les performances de ces dispositifs et est applicable aux dispositifs existants par simple remplacement ou modification de leurs photodétecteurs, sans toutefois modifier la  
5 fonction de transfert de modulation optique.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront plus clairement à la lecture de la  
10 description qui suit, faite à titre d'exemple en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue schématique simplifiée d'un dispositif opto-électronique auquel l'invention est applicable ;
- 15 - la figure 2 illustre schématiquement le principe de la réduction de la surface équivalente laser d'un tel dispositif, selon l'invention.

En figure 1, la référence 10 désigne un  
20 photodétecteur ou un ensemble plan de photodétecteurs dont la surface sensible 12 est placée au foyer d'une lentille 14 qui est ici la représentation schématique d'un système optique de formation d'une image d'une zone observée sur la surface 12 du détecteur 10.  
25 Quand un faisceau lumineux collimaté ou un faisceau laser est capté par la lentille 14 et focalisé sur la surface 12 du détecteur, les rayons entrants 16 sont réfléchis spéculairement sur la surface 12 du détecteur et ressortent collimatés dans la direction  
30 incidente comme indiqué en 18 (le système optique étant réglé sur l'infini). Le niveau de flux lumineux qui est ainsi renvoyé dans la direction incidente est suffisant pour rendre aisément repérable le dispositif constitué du détecteur 10 et de l'optique  
35 14. C'est l'effet "oeil de chat" qu'il faut réduire



le plus possible pour assurer la non-détectabilité des dispositifs opto-électroniques embarqués tels que les détecteurs d'alerte laser, les imageurs visibles et infrarouges, etc.

5 L'invention propose pour cela de rendre rugueuse la surface 12 du détecteur 10, pour diffuser la lumière au lieu de la renvoyer dans la direction d'incidence.

10 En figure 2, la référence 20 désigne l'angle solide de diffusion de la lumière par la surface 12, qui est égal à  $2\pi$  Sr dans le cas de la diffusion par une surface plane, et la référence 22 désigne l'angle solide d'ouverture du système optique 14 ou angle solide de l'onde rentrante focalisée sur la surface  
15 12 du détecteur.

Si l'on considère que la diffusion de la lumière par la surface 12 est isotrope, c'est-à-dire homogène dans l'angle solide 20, le facteur de réduction de SEL (Surface Equivalente Laser) du détecteur 10 est  
20 sensiblement égal au rapport des angles solides de diffusion 20 et d'ouverture 22. Dans le cas d'une lentille convergente 14 ayant une ouverture de 4,4, ce qui correspond à un angle solide d'ouverture de  $4,6 \cdot 10^{-2}$  Sr, le facteur de réduction de SEL est égal à  
25  $2\pi/4,6 \cdot 10^{-2}$ , soit environ 155.

Des mesures expérimentales ont été effectuées sur une photodiode éclairée par un faisceau laser à travers une lentille d'un diamètre de 48 millimètres et ayant une ouverture de 4,4. Le flux réfléchi dans  
30 la direction d'incidence a été mesuré à une longueur d'onde de 633 nm avec un diamètre angulaire de détection de 44,6 microradians. Lors des mesures, on a d'abord éclairé par le faisceau laser la surface lisse ou polie de la photodiode, puis cette surface  
35 rendue rugueuse avec une rugosité quadratique moyenne

de 1,1  $\mu\text{m}$ . La moyenne des mesures pour plusieurs points d'impact du faisceau laser sur la surface de la photodiode donne un facteur de réduction de SEL moyen égal à 170, ce qui est en bon accord avec la  
5 théorie (la valeur théorique calculée étant de 155).

La rugosité de la surface 12 du détecteur est définie par des paramètres statistiques tels que sa valeur quadratique moyenne et la fonction de corrélation, comme indiqué ci-dessous :

10            - rugosité quadratique moyenne =  $\left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n z_i^2 \right]^{1/2}$   
             - fonction de corrélation  $F_j = \sum_i z_i z_{i+j}$

où  $z_i$  et  $z_j$  sont les hauteurs des aspérités de la surface 12.

La surface 12 diffuse une lumière de longueur  
15 d'onde donnée si sa rugosité quadratique moyenne est supérieure ou égale à environ 1/5 de cette longueur d'onde. Une rugosité quadratique moyenne définie pour une longueur d'onde donnée permet de diffuser la  
20 lumière de façon optimale sur une bande de longueurs d'onde allant du quart environ de cette longueur d'onde donnée à quatre fois environ cette longueur d'onde.

Le matériau semiconducteur qui forme la couche superficielle photosensible d'un détecteur peut être  
25 rendu rugueux soit par dépolissage mécanique ou chimique, soit par attaque chimique ou ionique après exposition à un flux lumineux à travers un masque de speckle.

Quand cette couche de matière photosensible est  
30 assez mince et du même ordre de grandeur que la rugosité à former, l'invention prévoit d'abord de déposer une couche supplémentaire mince de matière photosensible, telle qu'une résine, sur la surface

d'un photodétecteur et ensuite de traiter cette couche supplémentaire comme indiqué ci-dessus pour la rendre rugueuse, sans entamer la surface préexistante du photodétecteur.

- 5           En variante, il est également prévu de fabriquer des photodétecteurs directement avec une couche superficielle plus épaisse de matière photosensible qui est ensuite rendue rugueuse de la façon précitée sans dégrader les propriétés requises de
- 10 photodélectivité.

## REVENDEICATIONS

1 - Dispositif opto-électronique prémuni contre les détections par un faisceau lumineux collimaté, en particulier par un faisceau laser, le dispositif  
5 comprenant au moins une surface photosensible (12) et des moyens optiques (14) qui focalisent la lumière sur cette surface selon un angle solide d'ouverture (22), caractérisé en ce que ladite surface (12) est  
10 rugueuse et diffuse au moins une partie de la lumière qu'elle reçoit selon un angle solide de diffusion (20) supérieur à l'angle solide d'ouverture (22), cette diffusion se produisant pour une bande de fréquences couvrant au moins une octave.

15

2 - Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite surface (12) est globalement sensiblement plane et en ce que l'angle solide de diffusion (20) est sensiblement égal à  $2\pi$   
20 stéradians.

3 - Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que le rapport de l'énergie lumineuse réfléchie par ladite surface (12) dans la  
25 direction d'un faisceau incident et de l'énergie lumineuse qui serait réfléchie dans cette direction par une surface semblable non diffusante est sensiblement égal au rapport des angles solides d'ouverture (22) et de diffusion (20).

30

4 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite surface (12) a été rendue rugueuse par attaque chimique ou ionique, après exposition à un flux lumineux à  
35 travers un masque de speckle.

5 - Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ladite surface (12) est rendue rugueuse par dépolissage mécanique ou chimique.

6 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite surface (12) est en matériau semiconducteur.

10

7 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite surface (12) est formée par une couche mince de matière photosensible qui a été déposée sur la surface d'un détecteur préexistant et rendue ensuite rugueuse.

15

8 - Dispositif selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la rugosité de ladite surface (12) est définie par des paramètres statistiques tels que sa valeur quadratique moyenne et la fonction de corrélation, ladite valeur quadratique moyenne étant supérieure ou égale à environ 1/5 de la longueur d'onde centrale de la bande de longueurs d'onde à diffuser.

25

1/1

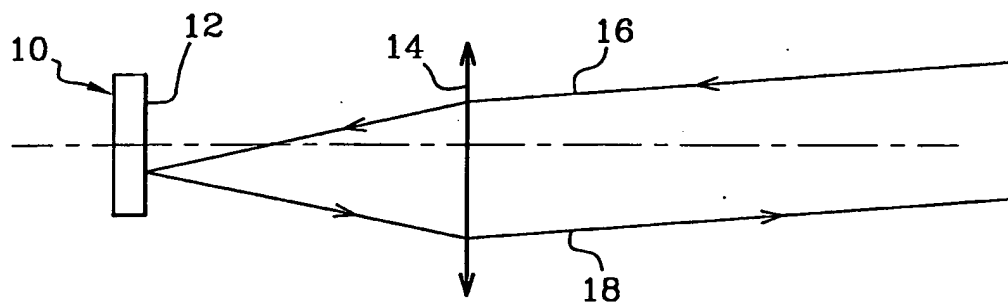


FIG.1

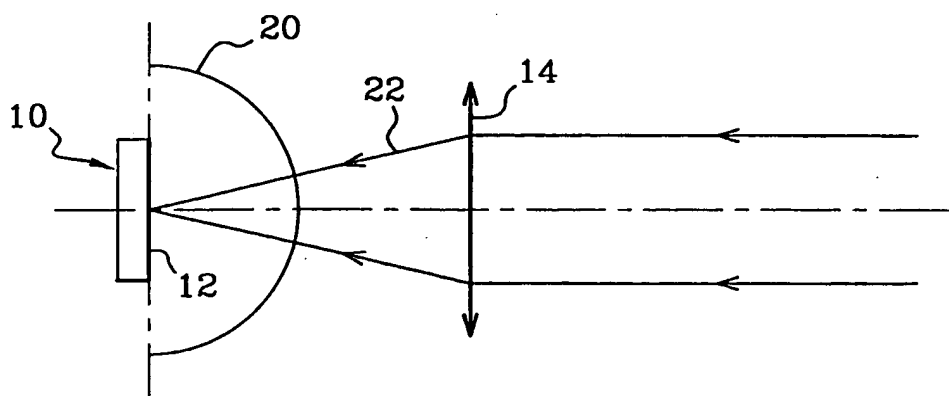


FIG.2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR 00/00602

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H01L31/0236 H01L31/0232

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 013 465 A (CLAPHAM PETER BRIAN ET AL) 22 March 1977 (1977-03-22) column 1, line 7 -column 3, line 43; figures 1,2,4,5	1,2,4,7, 8
X	EP 0 724 299 A (AT & T CORP) 31 July 1996 (1996-07-31) the whole document	1,2,4,6, 8
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"A" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 May 2000

Date of mailing of the international search report

17/05/2000

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Visentin, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR 00/00602

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SARUSI G ET AL: "IMPROVED PERFORMANCE OF QUANTUM WELL INFRARED PHOTODETECTORS USING RANDOM SCATTERING OPTICAL COUPLING" APPLIED PHYSICS LETTERS,US,AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, vol. 64, no. 8, 21 February 1994 (1994-02-21), pages 960-962, XP000425903 ISSN: 0003-6951 the whole document	1-8
A	ZHENG J P ET AL: "HIGHLY SENSITIVE PHOTODETECTOR USING POROUS SILICON" APPLIED PHYSICS LETTERS,US,AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, vol. 61, no. 4, 27 July 1992 (1992-07-27), pages 459-461, XP000576335 ISSN: 0003-6951 the whole document	1-8
A	US 4 252 843 A (DORER GARY L ET AL) 24 February 1981 (1981-02-24)	



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR 00/00602

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4013465 A	22-03-1977	GB 1462618 A AU 6879874 A DE 2422298 A FR 2228630 A JP 50070040 A	26-01-1977 13-11-1975 28-11-1974 06-12-1974 11-06-1975
EP 0724299 A	31-07-1996	US 5589704 A JP 8242015 A	31-12-1996 17-09-1996
US 4252843 A	24-02-1981	US 4190321 A AU 517534 B AU 3339878 A CA 1106668 A DE 2807413 A FR 2381322 A GB 1597646 A IT 1104102 B JP 1386382 C JP 53103754 A JP 61048124 B	26-02-1980 06-08-1981 23-08-1979 11-08-1981 24-08-1978 15-09-1978 09-09-1981 14-10-1985 26-06-1987 09-09-1978 22-10-1986

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/FR 00/00602

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H01L31/0236 H01L31/0232

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 013 465 A (CLAPHAM PETER BRIAN ET AL) 22 mars 1977 (1977-03-22) colonne 1, ligne 7 - colonne 3, ligne 43; figures 1,2,4,5	1,2,4,7, 8
X	EP 0 724 299 A (AT & T CORP) 31 juillet 1996 (1996-07-31) le document en entier	1,2,4,6, 8
-/-		

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

### \* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

10 mai 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

17/05/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Visentin, A

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No  
PCT/FR 00/00602

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>SARUSI G ET AL: "IMPROVED PERFORMANCE OF QUANTUM WELL INFRARED PHOTODETECTORS USING RANDOM SCATTERING OPTICAL COUPLING" APPLIED PHYSICS LETTERS,US,AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, vol. 64, no. 8, 21 février 1994 (1994-02-21), pages 960-962, XP000425903 ISSN: 0003-6951 le document en entier</p>	1-8
A	<p>ZHENG J P ET AL: "HIGHLY SENSITIVE PHOTODETECTOR USING POROUS SILICON" APPLIED PHYSICS LETTERS,US,AMERICAN INSTITUTE OF PHYSICS. NEW YORK, vol. 61, no. 4, 27 juillet 1992 (1992-07-27), pages 459-461, XP000576335 ISSN: 0003-6951 le document en entier</p>	1-8
A	<p>US 4 252 843 A (DORER GARY L ET AL) 24 février 1981 (1981-02-24)</p>	

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale No

PCT/FR 00/00602

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4013465 A	22-03-1977	GB 1462618 A	26-01-1977
		AU 6879874 A	13-11-1975
		DE 2422298 A	28-11-1974
		FR 2228630 A	06-12-1974
		JP 50070040 A	11-06-1975
EP 0724299 A	31-07-1996	US 5589704 A	31-12-1996
		JP 8242015 A	17-09-1996
US 4252843 A	24-02-1981	US 4190321 A	26-02-1980
		AU 517534 B	06-08-1981
		AU 3339878 A	23-08-1979
		CA 1106668 A	11-08-1981
		DE 2807413 A	24-08-1978
		FR 2381322 A	15-09-1978
		GB 1597646 A	09-09-1981
		IT 1104102 B	14-10-1985
		JP 1386382 C	26-06-1987
		JP 53103754 A	09-09-1978
		JP 61048124 B	22-10-1986